

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-252867

(P2000-252867A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 4 B 1/707

H 0 4 J 13/00

D 5 K 0 2 2

1/10

H 0 4 B 1/10

L 5 K 0 4 7

H 0 4 L 7/00

H 0 4 L 7/00

C 5 K 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-53031

(22) 出願日

平成11年3月1日 (1999.3.1)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 斉藤 成利

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

(72) 発明者 小倉 みゆき

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

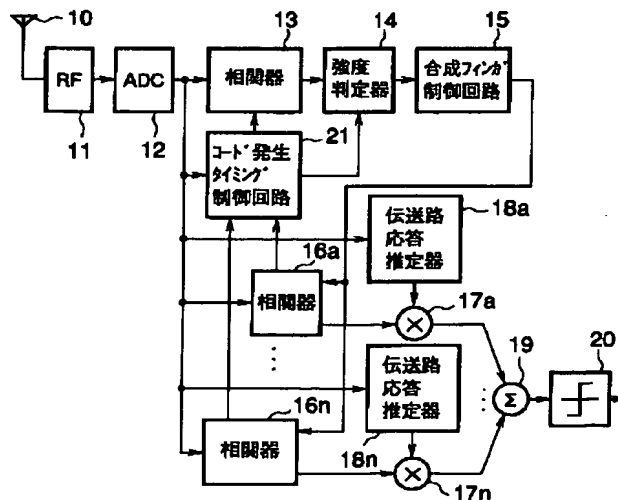
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スペクトラム拡散通信装置

(57) 【要約】

【課題】 マルチパスのサーチに要する時間を短縮して拡散符号同期の高速化を図る。

【解決手段】 コード発生タイミング制御回路21により、第2の相関器16a~16nにおいて受信中の最大パスの逆拡散処理のために生成している拡散符号の生成タイミング情報をもとに、マルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定する。そして、この時間領域を第1の相関器13に受信させるべくその拡散符号レプリカの生成タイミングを制御するようにしたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信局から送信されたスペクトラム拡散信号のマルチパス信号をサーチし、このサーチ結果をもとに前記マルチパス信号に対する符号同期を確立するスペクトラム拡散通信装置において、

前記マルチパス信号の受信状態を検出するサーチ手段と、

このサーチ手段の検出結果をもとに有効なマルチパス信号を判定する判定手段と、

この判定手段の判定結果に基づいて前記有効なマルチパス信号を選択的に受信するべく逆拡散処理を行う関連手段と、

この関連手段において前記逆拡散処理のために生成される拡散符号の生成タイミング情報に基づいて、前記サーチ手段においてマルチパス信号を受信するために生成される拡散符号レプリカの生成タイミングを制御するサーチ制御手段とを具備したことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 2】 前記サーチ制御手段は、前記関連手段の拡散符号生成タイミング情報をもとに前記マルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定し、前記サーチ手段における拡散符号レプリカの生成タイミングをこの推定結果に基づいて制御することで、前記推定した時間領域において前記マルチパス信号のサーチ動作を行わせることを特徴とする請求項 1 記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 3】 送信局から送信されたスペクトラム拡散信号のマルチパス信号をサーチし、このサーチ結果をもとに前記マルチパス信号に対する符号同期を確立するスペクトラム拡散通信装置において、

前記送信局が既知の固定拡散符号を前記スペクトラム拡散信号に周期的に多重して送信する場合に、前記既知の固定拡散符号を用いて前記マルチパス信号の遅延プロファイルを検出するマッチドフィルタを有する第 1 のサーチ手段と、

前記既知の固定拡散符号以外のスペクトラム拡散信号を用いてマルチパス信号の受信状態を検出する第 2 のサーチ手段と、

前記第 1 及び第 2 のサーチ手段の検出結果をもとに有効なマルチパス信号を判定する判定手段と、

この判定手段の判定結果に基づいて前記有効なマルチパス信号を選択的に受信するべく逆拡散処理を行う関連手段と、

この関連手段において前記逆拡散処理のために生成される拡散符号の生成タイミング情報をもとに前記マルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定し、前記サーチ手段における拡散符号レプリカの生成タイミングをこの推定結果に基づいて制御するサーチ制御手段とを具備し、

前記判定手段は、前記サーチ制御手段の推定結果をもと

にマルチパス信号が受信される確率の高い時間領域においては前記第 2 のサーチ手段の検出結果を選択し、その他の時間領域においては前記第 1 のサーチ手段の検出結果を選択することを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 4】 複数の送信局においてそれぞれ異なる拡散符号により拡散されて送信されたスペクトラム拡散信号のマルチパス信号をサーチし、このサーチ結果をもとに前記マルチパス信号に対する符号同期を確立するスペクトラム拡散通信装置において、

前記マルチパス信号の受信状態を検出するサーチ手段と、

このサーチ手段の検出結果をもとに有効なマルチパス信号を判定する判定手段と、

この判定手段の判定結果に基づいて前記有効なマルチパス信号を選択的に受信するべく逆拡散処理を行う関連手段と、

この関連手段において前記逆拡散処理のために生成される拡散符号の種類及び生成タイミングを表す情報をもとに、前記サーチ手段においてマルチパス信号を受信するために生成される拡散符号レプリカの種類及び生成タイミングを制御して拡散符号の同定を行うサーチ制御手段とを具備したことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 5】 前記サーチ制御手段は、前記関連手段の拡散符号生成タイミング情報をもとに、同一の送信局から到来するマルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定し、この推定した時間領域において、前記関連手段で生成される拡散符号と同一種類の拡散符号レプリカを前記サーチ手段において生成させることを特徴とする請求項 4 記載のスペクトラム拡散通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば無線アクセス方式として CDMA 方式を採用した無線通信システムで使用されるスペクトラム拡散通信装置に係わり、特に拡散符号同期の高速化を図った装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】直接スペクトラム拡散 (DS-SS) 方式を使用する無線通信システムでは、スペクトラム拡散通信装置に RAKE 受信技術を適用することができる。RAKE 受信とは、フィンガと呼ばれる複数の関連回路を用い、多重反射により時間分散したマルチパス信号を上記複数のフィンガにより受信して同相合成することにより、通信品質を高い品質で安定化させる技術である。

【0003】ところで、RAKE 受信を行うには、マルチパスの遅延時間と信号強度、つまり遅延プロファイルを正確に測定し、合成に有効なパスを判定しなければならない。しかし、従来ではこのマルチパスサーチを、サーチ対象となる全領域に対し常に一様に行っている。こ

のため、マルチパス信号が受信される可能性が低い領域から先にサーチが開始されることもあり、この場合には有効なマルチパス信号の判定に多くの時間を要する。

【0004】また、マルチパスの発生状況を受信側で効率良く測定できるようにするために、符号パターンが固定された既知の拡散符号を送信信号に時間多重又は符号多重することにより送信側から受信側へ周期的に送信する方式が考えられている。この方式は、例えば受信側に既知の固定拡散符号に対応したマッチトフィルタを設け、このマッチトフィルタによりマルチパス信号の遅延プロファイルを測定することで実現できる。しかし、一般に既知の固定拡散符号はその信号エネルギーが低い

ため、マッチトフィルタを用いた遅延プロファイルの測定のみではマルチパスサーチを正確に判定できない。

【0005】さらに、CDMA方式を採用したシステムでは、拡散符号の初期捕捉時に拡散符号のタイミングと拡散符号の種類を同定しなければならない。このうち符号タイミングについては、先に述べたように送信側から既知の固定拡散符号を本信号に多重して送信することで同定可能である。しかし、拡散符号の種類を同定するには、同期候補の拡散符号を全てのパスの受信信号に対し順次マッチングさせて符号サーチを行う必要がある。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように従来では、マルチパスサーチをサーチ対象となる全領域に対し常に一様に行っているため、有効なマルチパス信号を特定する際に多くの時間を要することがある。

【0007】また、送信側から既知の固定拡散符号を本信号に多重して送信し、受信側でマッチトフィルタを使用して上記既知の固定拡散符号を受信することでマルチパスの発生状況を測定する方式では、高速度のサーチを広範囲に亘って行うことが可能であるが、ノイズの影響を受けやすく高精度のサーチには適さない。

【0008】さらに、拡散符号の種類を同定する際に、全てのパスの受信信号に対し同一の手順でそれぞれサーチを行っているため、サーチに多くの時間がかかる。

【0009】この発明は上記各事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、マルチパスのサーチに要する時間を短縮して拡散符号同期の高速化を図ったスペクトラム拡散通信装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためにこの発明では、送信局から送信されたスペクトラム拡散信号のマルチパス信号をサーチし、このサーチ結果をもとに上記マルチパス信号に対する符号同期を確立するスペクトラム拡散通信装置において、上記マルチパス信号の受信状態を検出するサーチ手段と、このサーチ手段の検出結果をもとに有効なマルチパス信号を判定する判定手段と、この判定手段の判定結果に基づいて上記有効なマルチパス信号を選択的に受信するべく逆拡散処理を

行う関連手段と、サーチ制御手段とを備え、このサーチ制御手段により、上記関連手段において上記逆拡散処理のために生成される拡散符号の生成タイミング情報をもとに、上記サーチ手段においてマルチパス信号を受信するために生成される拡散符号レプリカの生成タイミングを制御するようにしたものである。

【0011】具体的には、上記サーチ制御手段において、関連手段の拡散符号生成タイミング情報をもとに上記マルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定し、上記サーチ手段における拡散符号レプリカの生成タイミングをこの推定結果に基づいて制御することで、上記推定した時間領域において前記マルチパス信号のサーチ動作を行わせる。

【0012】このように構成することで、サーチ手段では、マルチパス信号が受信される確率が高い時間領域が優先的にサーチされることになり、この結果全サーチ対象領域を一様にサーチする場合に比べて、マルチパス信号のサーチを短時間に行うことができ、これにより符号同期の高速化が可能となる。

【0013】また、上記目的を達成するために他の発明は、送信局から送信されたスペクトラム拡散信号のマルチパス信号をサーチし、このサーチ結果をもとに前記マルチパス信号に対する符号同期を確立するスペクトラム拡散通信装置において、上記送信局が既知の固定拡散符号を上記スペクトラム拡散信号に周期的に多重して送信する場合に、上記既知の固定拡散符号を用いて上記マルチパス信号の遅延プロファイルを検出するマッチドフィルタを有する第1のサーチ手段と、上記マルチパス信号の受信状態を検出する第2のサーチ手段と、上記第1及び第2のサーチ手段の検出結果をもとに有効なマルチパス信号を判定する判定手段と、この判定手段の判定結果に基づいて上記有効なマルチパス信号を選択的に受信するべく逆拡散処理を行う関連手段と、この関連手段において上記逆拡散処理のために生成される拡散符号の生成タイミング情報をもとに上記マルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定し、上記サーチ手段における拡散符号レプリカの生成タイミングをこの推定結果に基づいて制御するサーチ制御手段とを備える。そして、上記判定手段において、上記サーチ制御手段の推定結果をもとにマルチパス信号が受信される確率の高い時間領域では上記第2のサーチ手段の検出結果を選択し、その他の時間領域では上記第1のサーチ手段の検出結果を選択するようにしたものである。

【0014】このように構成することで、マルチパス信号が受信される確率が高い時間領域では第2のサーチ手段により高精度のサーチが行われ、その他の時間領域ではマッチドフィルタを用いた第1のサーチ手段により高速度のサーチが行われることになる。従って、高精度でかつ高速度の符号同期が可能となる。

【0015】さらに、上記目的を達成するために別の発

明は、複数の送信局においてそれぞれ異なる拡散符号により拡散されて送信されたスペクトラム拡散信号のマルチパス信号をサーチし、このサーチ結果をもとに上記マルチパス信号に対する符号同期を確立するスペクトラム拡散通信装置において、上記マルチパス信号の受信状態を検出するサーチ手段と、このサーチ手段の検出結果をもとに有効なマルチパス信号を判定する判定手段と、この判定手段の判定結果に基づいて上記有効なマルチパス信号を選択的に受信するべく逆拡散処理を行う関連手段と、サーチ制御手段とを備え、このサーチ制御手段により、上記関連手段において上記逆拡散処理のために生成される拡散符号の種類及び生成タイミングを表す情報をもとに、上記サーチ手段においてマルチパス信号を受信するために生成される拡散符号レプリカの種類及び生成タイミングを制御して拡散符号の同定を行うようにしたものである。

【0016】具体的には、サーチ制御手段により、上記関連手段の拡散符号生成タイミング情報をもとに、同一の送信局から到来するマルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定し、この推定した時間領域において、上記関連手段で生成される拡散符号と同一種類の拡散符号レプリカを上記サーチ手段において生成させるように構成したものである。

【0017】一般に、マルチパス信号が受信される確率が高い時間領域では、同一の送信局からのスペクトラム拡散信号が遅延分散されて受信される可能性が高い。このため、上記したように関連手段で受信中のマルチパス信号と同じ種類の拡散符号を使用してマルチパスサーチを行うことにより、サーチに要する時間を短縮して符号種類の同定を高速に行うことができる。これに対し、マルチパス信号が受信される確率が低い時間領域では、候補となる全ての拡散符号を使用してサーチが行われる。このようにすることで、マルチパス信号に対し高速かつ高精度に拡散符号の種類を同定することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図1は、この発明に係わるスペクトラム拡散通信装置の第1の実施形態を示す回路ブロック図である。

【0019】同図において、図示しない送信局から送信された直接拡散スペクトラム拡散信号（DS-SS信号）は、アンテナ10で受信されたのち無線受信部（RF）11に入力され、ここで受信ベースバンド信号に周波数変換される。そして、この受信ベースバンド信号は、アナログ／デジタル変換器（ADC）12でデジタル信号に変換されたのち、サーチャとしての機能を有する第1の相関器13と、RAKE受信を行うための複数の第2の相関器16a～16nにそれぞれ入力される。

【0020】第1の相関器13は、拡散符号レプリカを生成する拡散符号生成器を有し、入力された上記受信デ

ィジタルベースバンド信号を上記拡散符号レプリカを用いて逆拡散することでマルチパスサーチを行う。そして、このマルチパスサーチの出力信号を強度判定器14に入力する。強度判定器14は、上記第1の相関器13からの出力信号の受信電界強度を測定して、有効なマルチパスを判定する。

【0021】上記強度判定器14の判定結果が入力される合成フィンガ制御回路15は、上記強度判定器14により有効と判定されたマルチパスを第2の相関器16a～16nに選択的に受信させるべく、第2の相関器16a～16nのオンオフ制御、及びこれらの相関器で生成される拡散符号の生成タイミングを制御する。

【0022】第2の相関器16a～16nはそれぞれ拡散符号生成器を有し、上記合成フィンガ制御回路15から指示されたタイミングに従い上記拡散符号生成器から拡散符号を発生する。そして、入力された受信ディジタルベースバンド信号を上記拡散符号によりそれぞれ逆拡散し、この逆拡散により得られた各パスの受信信号をそれぞれ乗算器17a～17nを介して加算器19に入力する。加算器19は、入力された各パスの受信信号を同相合成して、判定器20へ出力する。判定器20は、上記加算器19から供給された受信信号の判定を行う。

【0023】なお、上記各乗算器17a～17nは、上記各相関器16a～16nから出力された各パスの受信信号を同相合成するために、伝送路応答推定器18a～18nにおいて算出された複素重みを上記各パスの受信信号に反映させる。

【0024】ところで本実施形態のスペクトラム拡散通信装置は、コード発生タイミング制御回路21を備えている。このコード発生タイミング制御回路21は、基本的には上記第1の相関器13の拡散符号生成器が生成する拡散符号レプリカの生成タイミングを制御する機能を有するものであるが、この制御を上記第2の相関器16a～16nの拡散符号生成タイミングに応じて行う。すなわち、第2の相関器16a～16nの拡散符号生成タイミングをもとにマルチパス信号が受信される確率が高い時間領域を推定し、第1の相関器13にこの推定した時間領域においてマルチパス信号のサーチを行わせるべく、その拡散符号レプリカの生成タイミングを制御する。

【0025】次に、以上のように構成された装置の動作を説明する。符号同期捕捉手順を開始すると装置は、先ず図7に示す如く送信局が送信するスペクトラム拡散信号の各スロットに挿入されている既知の固定拡散符号を、例えば図示しないマッチドフィルタによりサーチし、これによりマルチパスの遅延プロファイルを測定する。

【0026】なお、一般にデータ系列の後に付加されているパイロット信号も既知の信号であるが、パイロット信号はスクランブルコードと呼ばれるコードでスクラン

ブル処理が行われているため、スクランブルコードの種類と位相を特定した後でなければマルチパスの受信状況を測定することはできない。固定拡散符号の部分、スクランブル処理が施されていない符号系列であり、スクランブルコード同定がなされていないときでも遅延プロファイル測定を行うことができる。

【0027】上記遅延プロファイルが測定されると、その測定結果をもとに受信電界強度の最も大きいパスを検出し、このパスを第2の相関器16aに受信させるべく割り当てる。この割り当ては、第2の相関器16aの拡散符号生成タイミングを上記受信させるべきパスのタイミングに合わせることによるなされる。

【0028】さて、そうして第2の相関器16aに対する最大パスの割り当てを行うと、装置は続いて図7に示すように各スロットの後半部分に挿入されているパイロット信号を受信することによりマルチパス信号の詳細なサーチを行う。

【0029】すなわち、このサーチは第1の相関器13において行われる。このとき、コード発生タイミング制御回路21は、第2の相関器16aが受信中の最大パス、例えば図2に示すP11の受信タイミングに応じて、マルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定する。そして、この時間領域のみを第1の相関器13に受信させるべくその拡散符号レプリカの生成タイミングを指定する。例えば、図2では最大パスP11の受信タイミングから一定の期間T1をサーチ期間として第1の相関器13に指定する。したがって第1の相関器13では、上記コード発生タイミング制御回路21から指定された期間T1においてマルチパス信号のサーチが行われる。

【0030】このように構成することで、検出対象のマルチパス信号P12、13を短時間のうちにサーチすることが可能となる。すなわち、マルチパス信号は電波の多重反射による伝播路の差異により生じ、一般に伝播遅延差が大きいほどその強度は小さくなる。このため、信号強度の最も強いパスがあれば、そのパスタイミングの周辺のタイミングが次に強度の高いマルチパスが存在する確率の高いタイミング候補である。そこで、上記したように受信電界強度の最も大きい受信中のパスP11の周囲からパスサーチを行うことで、マルチパスのサーチを短時間に行うことができ、これによりマルチパス信号に対し高速度の符号同期を実現することが可能となる。

【0031】(第2の実施形態)図3は、この発明に係わるスペクトラム拡散通信装置の第2の実施形態を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図1と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

【0032】ADC12から出力された受信ディジタルベースバンド信号は、第1の相関器13及び複数の第2の相関器16a~16nに入力されると共に、マッチドフィルタ31にも入力される。

【0033】このマッチドフィルタ31は、図示しない送信局が既知の固定拡散符号をスペクトラム拡散信号に周期的に多重して送信している場合に、上記既知の固定拡散符号を用いてマルチパス信号をサーチし、これによりマルチパスの遅延プロファイル測定する。遅延プロファイルとは、マルチパスの遅延時間と受信電界強度とからなる情報である。このマッチドフィルタ31により得られた遅延プロファイルの測定結果は、第1の相関器13で得られたマルチパスの検出信号と共に強度判定器32に入力される。

【0034】上記第1の相関器13におけるマルチパスのサーチ動作を制御するコード発生タイミング制御回路33は、前記第1の実施形態で述べたコード発生タイミング制御回路21と同様に、第1の相関器13の拡散符号生成器が生成する拡散符号レプリカの生成タイミングを制御する機能を有し、この制御を上記第2の相関器16a~16n各々の拡散符号生成タイミングに応じて行う。すなわち、第2の相関器16a~16nにおける各拡散符号生成タイミングをもとにマルチパス信号が受信される確率が高い時間領域をそれぞれ推定し、この推定した時間領域において第1の相関器13にマルチパス信号のサーチを詳細に行わせるべく、その拡散符号レプリカの生成タイミングを制御する。

【0035】強度判定器32は、上記コード発生タイミング制御回路33により推定された時間領域を表す情報に応じて、第1の相関器13で得られたマルチパスの検出信号と、マッチドフィルタ31により得られた遅延プロファイルの測定結果とを選択的に使用し、この選択した検出結果をもとに有効なマルチパスの判定を行う。

【0036】このような構成であるから、符号同期確立手順が開始されると、前記第1の実施形態と同様に、先ず既知の固定拡散符号がマッチドフィルタ31によりサーチされ、これによりマルチパスの遅延プロファイルが測定される。そして、この測定結果をもとに強度判定器32により受信電界強度の最も大きいパスが検出され、このパスを受信するための拡散符号生成タイミングが合成フィンガ制御回路15から第2の相関器16a~16nに割り当てられる。

【0037】例えば、マッチドフィルタ31において図4に示すようなマルチパスP41~P43、P51~P53、P61の遅延プロファイルが検出された場合には、このうちから受信電界強度の大きいパスP41、P51が選択され、これらのパスP41、P51がそれぞれ第2の相関器16a(フィンガ1)及び第2の相関器16b(フィンガ2)に割り当てられる。

【0038】さて、そうして第2の相関器16a、16bに対する最大パスの割り当てがなされると、続いてパイロット信号を受信することによりマルチパス信号の詳細なサーチが行われる。すなわち、コード発生タイミング制御回路33は、第2の相関器16a、16bが受信

中のパス P41, P51 の受信タイミングをもとに、それぞれマルチパス信号を詳細にサーチすべき時間領域

(図4に示す詳細サーチ範囲 T2, T3) を設定する。そして、この詳細サーチ範囲 T2, T3 を第1の相関器 13 に受信させるべく、その拡散符号レプリカの生成タイミングを第1の相関器 13 に指定する。従って第1の相関器 13 では、上記コード発生タイミング制御回路 33 から指定された詳細サーチ範囲 T2, T3 に相当する期間において、マルチパス信号のサーチが行われる。

【0039】またこのとき強度判定器 32 においては、上記詳細サーチ範囲 T2, T3 に相当する期間には第1の相関器 33 から出力された検出対象のマルチパス P42, P52, P53 の検出信号が選択され、一方その他の期間にはマッチドフィルタ 31 から出力されたマルチパス P43 や P61 等の遅延プロファイルが選択される。

【0040】一般に、マッチドフィルタによるパスサーチは高速に広範囲におけるサーチに適しているが、ノイズの影響の少ない高精度のサーチには適していない。これに対し、相関器により拡散符号の生成タイミングをずらしてサーチする方式では、サーチに時間がかかるが、複数シンボルにわたる加算平均を用いることで高精度のサーチを行うことが可能である。従って、本実施形態のように、パスの存在確率の高い領域を高精度のサーチが可能な第1の相関器 13 を用いて重点的にサーチし、その他の領域を高速度のサーチが可能なマッチドフィルタ 31 を用いてサーチすることで、高精度でかつ高速度のマルチパスサーチが可能となる。

【0041】(第3の実施形態) 図5は、この発明に係わるスペクトラム拡散通信装置の第3の実施形態を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図1と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

【0042】コード発生タイミング制御回路 51 は、パイロット信号を受信することでマルチパス信号の符号サーチを行う工程において、第2の相関器 16a ~ 16n が生成している拡散符号の生成タイミングと拡散符号の種類を表す情報を取り込み、これらの情報をもとに、同一の送信局から到来するマルチパス信号が受信される確率が高い時間領域、つまり同一符号サーチ範囲を推定する。そして、第1の相関器 13 にこの推定した同一符号サーチ範囲においてマルチパス信号のサーチを行わせるべく、その拡散符号レプリカの生成タイミングと種類を第1の相関器 13 にそれぞれ指定する。

【0043】このような構成であるから、符号同期確立手順が開始されると、先に述べた第1の実施形態と同様に、先ず既知の固定拡散符号が図示しないマッチドフィルタによりサーチされ、これによりマルチパスの遅延プロファイルが測定される。そして、この測定結果をもとに強度判定器 14 により受信電界強度の最も大きいパスが検出され、このパスを受信するための拡散符号生成タ

イミングが合成フィンガ制御回路 15 から第2の相関器 16a ~ 16n に割り当てられる。

【0044】例えば、マッチドフィルタにおいて図6に示すようなマルチパス P71 ~ P73, P81 ~ P83, P91 の遅延プロファイルが検出された場合には、このうちから受信電界強度の大きいパス P71 が選択され、これらのパス P71 が第2の相関器 16a (フィンガ1) に割り当てられる。

【0045】さて、そうして第2の相関器 16a に対する最大パスの割り当てがなされると、続いてパイロット信号を受信することによりマルチパス信号の詳細なサーチが行われる。

【0046】すなわち、コード発生タイミング制御回路 51 は、第2の相関器 16a が受信中のパス P71 の受信タイミングをもとに、マルチパス信号を詳細にサーチすべき時間領域 (図6に示す同一コードサーチ範囲 T4) を設定する。そして、この詳細サーチ範囲 T4 を第1の相関器 13 に受信させるべく、その拡散符号レプリカの生成タイミングを第1の相関器 13 に指定する。

【0047】またそれと共に、コード発生タイミング制御回路 51 は、第2の相関器 16a が生成している拡散符号の種類を表す情報を取り込み、この情報をもとに第2の相関器 16a が生成している拡散符号と同一の種類の拡散符号レプリカを第1の相関器 13 に発生させるべく、第1の相関器 13 を制御する。

【0048】従って第1の相関器 13 では、上記コード発生タイミング制御回路 51 から指定された同一コードサーチ範囲 T4 に相当する期間において、第2の相関器 16a が生成している拡散符号と同一の種類の拡散符号レプリカが発生され、この拡散符号レプリカにより受信デジタルベースバンド信号の逆拡散が行われる。

【0049】一般に、マルチパスの存在確率の高い領域では、同一の送信信号が遅延分散されて受信されている可能性が高い。このため、この領域を符号サーチする際には、既に受信している最大パス P71 の拡散符号と同一の拡散符号を用いてサーチするとサーチに要する時間が短くて済む。

【0050】従って、本実施形態のように、コード発生タイミング制御回路 51 において、第2の相関器 16a で受信中の最大パス P71 の受信タイミングをもとに同一符号のサーチ範囲を推定してこれを第1の相関器 13 に指定し、かつ第2の相関器 16a が生成している拡散符号と同一の種類の拡散符号を第1の相関器 13 に指定するようにしたことで、マルチパス信号の符号の種類を高速度に同定することが可能となる。

【0051】なお、上記同一符号サーチ範囲 T4 以外の領域では、パス P71 と同一のマルチパスが受信される可能性が低いので、コード発生タイミング制御回路 51 は候補となる全ての拡散符号のサーチを行う。

【0052】なお、この発明は上記各実施形態に限定さ

れるものではない。例えば、前記第 1 及び第 3 の実施形態では、初期同期過程におけるマルチパスの遅延プロファイルの測定を、第 2 の実施形態と同様にマッチドフィルタを用いて行う場合を例にとりて説明したが、マッチドフィルタ以外の遅延プロファイル測定手段を用いてもよい。

【0053】また、前記第 1 乃至第 3 の各実施形態の各構成を全て備えたスペクトラム拡散装置を構成してもよい。その他、同期確立手順、第 2 の相関器（フィンガ）の数、スペクトラム拡散通信装置の構成、及び適用するシステムの種類等についても、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

#### 【0054】

【発明の効果】以上詳述したようにこの発明では、サーチ制御手段により、相関手段において逆拡散処理のために生成される拡散符号の生成タイミング情報をもとに、サーチ手段においてマルチパス信号を受信するために生成される拡散符号レプリカの生成タイミングを制御するようにしている。

【0055】また他の発明では、送信局が既知の固定拡散符号をスペクトラム拡散信号に周期的に多重して送信する場合に、上記既知の固定拡散符号を用いてマルチパス信号の遅延プロファイルを検出するマッチドフィルタを有する第 1 のサーチ手段と、上記マルチパス信号の受信状態を検出する第 2 のサーチ手段と、上記第 1 及び第 2 のサーチ手段の検出結果をもとに有効なマルチパス信号を判定する判定手段と、この判定手段の判定結果に基づいて上記有効なマルチパス信号を選択的に受信するべく逆拡散処理を行う相関手段と、この相関手段において上記逆拡散処理のために生成される拡散符号の生成タイ

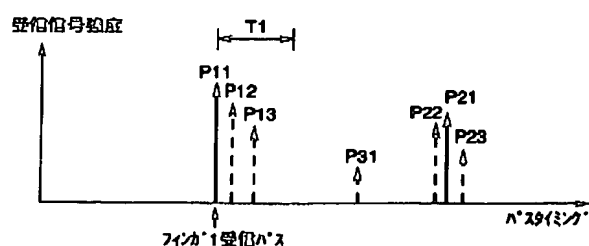
30

ミング情報をもとに上記マルチパス信号が受信される確率の高い時間領域を推定し、上記サーチ手段における拡散符号レプリカの生成タイミングをこの推定結果に基づいて制御するサーチ制御手段とを備え、上記判定手段において、上記サーチ制御手段の推定結果をもとにマルチパス信号が受信される確率の高い時間領域では上記第 2 のサーチ手段の検出結果を選択し、その他の時間領域では上記第 1 のサーチ手段の検出結果を選択するようにしている。

【0056】さらに別の発明では、サーチ制御手段によ

\* 40

【図 2】



\* り、相関手段において逆拡散処理のために生成される拡散符号の種類及び生成タイミングを表す情報をもとに、サーチ手段においてマルチパス信号を受信するために生成される拡散符号レプリカの種類及び生成タイミングを制御して拡散符号の同定を行うようにしている。

【0057】従ってこれらの発明によれば、マルチパスのサーチに要する時間を短縮して拡散符号同期の高速化を図ったスペクトラム拡散通信装置を提供することができる。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明に係わるスペクトラム拡散通信装置の第 1 の実施形態を示す要部構成図。

【図 2】 図 1 に示した装置によるマルチパスのサーチ動作を説明するための図。

【図 3】 この発明に係わるスペクトラム拡散通信装置の第 2 の実施形態を示す要部構成図。

【図 4】 図 3 に示した装置によるマルチパスのサーチ動作を説明するための図。

【図 5】 この発明に係わるスペクトラム拡散通信装置の第 3 の実施形態を示す要部構成図。

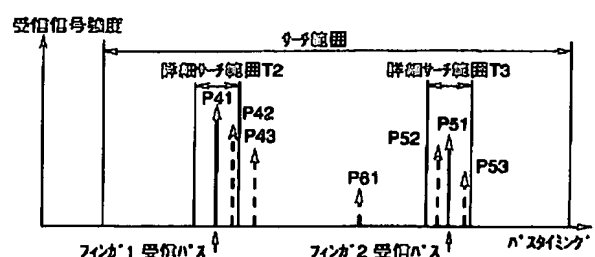
【図 6】 図 5 に示した装置による拡散符号のサーチ動作を説明するための図。

【図 7】 送信局が送信する信号の構成の一例を示す図。

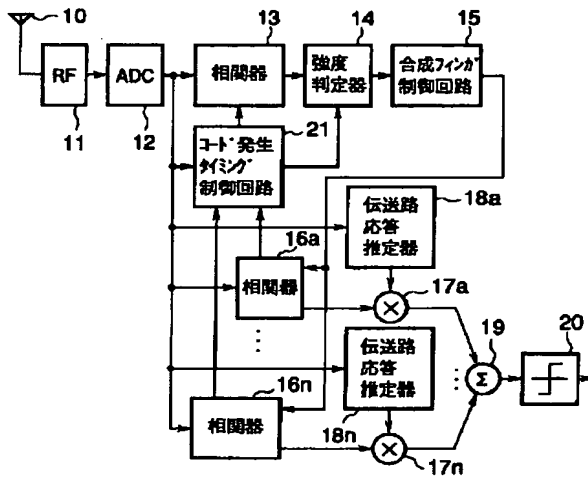
#### 【符号の説明】

- 10…アンテナ
- 11…無線受信機
- 12…アナログ/デジタル変換器 (ADC)
- 13…第 1 の相関器
- 14…強度判定器
- 15…合成フィンガ制御回路
- 16a~16n…第 2 の相関器
- 17a~17n…乗算器
- 18a~18n…伝送路応答推定器
- 19…加算器
- 20…判定器
- 21, 33, 51…コード発生タイミング制御回路
- 31…マッチドフィルタ
- 32…強度判定器

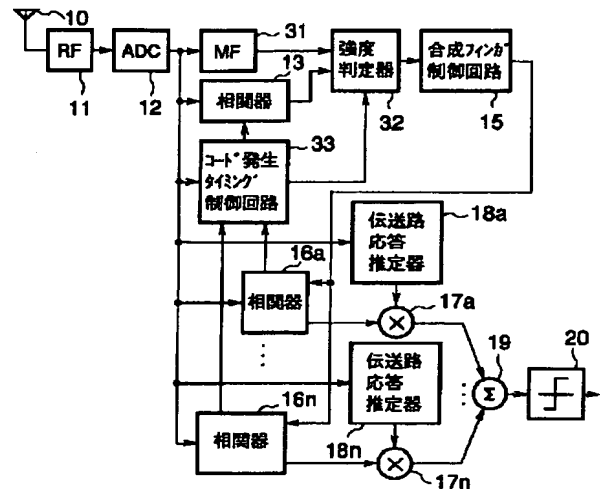
【図 4】



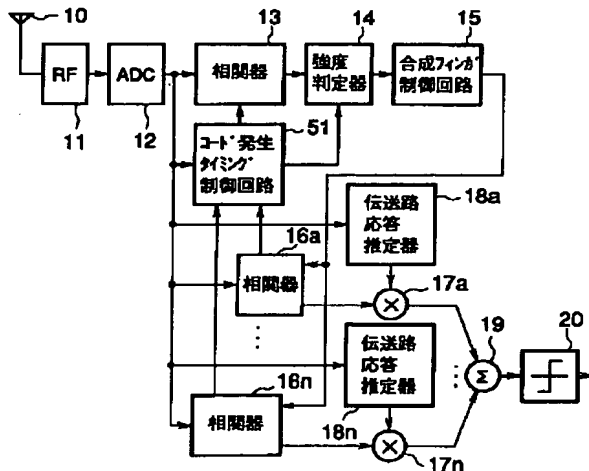
【図 1】



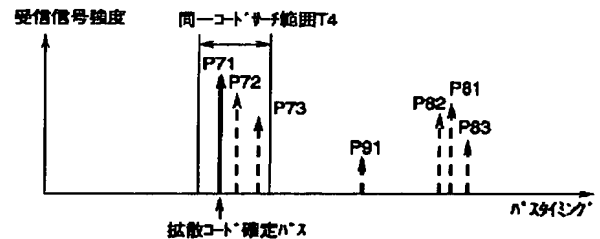
【図 3】



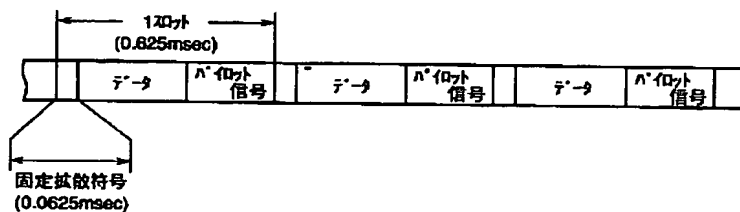
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 小倉 浩嗣  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 向井 学  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内



(72)発明者 浅沼 裕  
東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

(72)発明者 高橋 英博  
東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

Fターム(参考) 5K022 EE02 EE33 EE36  
5K047 AA02 BB01 GG34 HH15 MM11  
MM33  
5K052 AA01 BB01 CC06 FF31 GG51

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

Ak

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000252867 A

(43) Date of publication of application: 14.09.00

(51) Int. Cl.

H04B 1/707

H04B 1/10

H04L 7/00

(21) Application number: 11053031

(22) Date of filing: 01.03.99

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(72) Inventor:  
SAITO SHIGETOSHI  
OGURA MIYUKI  
OGURA KOJI  
MUKAI MANABU  
ASANUMA YUTAKA  
TAKAHASHI HIDEHIRO

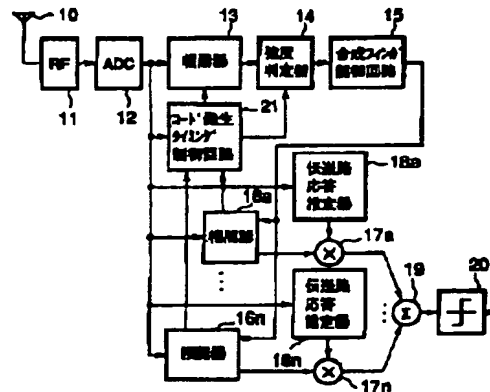
## (54) SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION EQUIPMENT

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To attain high-speed spread code synchronization by reducing a time required for searching multi path.

**SOLUTION:** A code generating timing control circuit 21 estimates a time region, where a multi-path signal is received with high probability on the basis of generating timing information of a spread code generated for inverse spread processing of a maximum path during reception in a second correlators 16a-16n. Then the generating timing of a spread code replica is controlled so as to allow a 1st correlator 13 to receive this time region.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(54) [Title of the Invention] Spread Spectrum Communication Apparatus

(57) [Abstract]

[Problem] To reduce a time required for multi-pass search, thereby ensure fast spread code synchronization.

[Means for Solving the Problems] By means of a code generation timing control circuit 21, a time region in which a probability that multi-pass signal is received is high is estimated based on generation timing information on a spread code generated for back spread processing of a maximum pass during reception in second correlation devices 16a to 16n. Then, in order to cause a first correlation device 13 to receive this time region, a generation timing of its spread code replica is controlled.

[Claims]

[Claim 1] A spread spectrum communication apparatus for searching a multi-pass signal of a spread spectrum signal transmitted from a transmission station, and establishing code synchronization for the multi-pass signal based on the search result, said apparatus characterized by comprising:

search means for detecting a reception state of the multi-pass signal;

judgment means for judging a valid multi-pass signal based on the detection result of the search means;

correlation means for carrying out back spread processing so as to selectively receive the valid multi-pass signal based on the judgment result of the judgment means; and

search control means for controlling a generation timing of a spread code replica generated to receive a multi-pass signal in said search means based on generation timing information on a spread code generated for the purpose of the back spread processing in the correlation means.

[Claim 2]        A spread spectrum communication system according to claim 1, characterized in that said search control means estimates a time region with its high probability that the multi-pass signal is received based on spread code generation timing information on the correlation means, and controls a generation timing of a spread code replica in the search means based on the estimation result, thereby making a search operation for the multi-pass signal in the estimated time region.

[Claim 3]        A spread spectrum communication apparatus for searching a multi-pass signal of a spread spectrum signal transmitted from a transmission station, and establishing code synchronization for the multi-pass signal based on the search result, said apparatus comprising:

first search means having a matched filter for, in the case where the transmission station periodically multiplies a known fixed spread code for the spread spectrum signal, and transmits the multiplies code, detecting a delay profile of the multi-pass signal by employing the known fixed spread code;

second search means for detecting a reception state of a multi-pass signal by employing a spectrum signal other than the known fixed spread code;

judgment means for judging a valid multi-pass signal based on the detection results of the first and second search means;

correlation means for carrying out back spread processing so as to selectively receive the valid multi-pass signal based on the judgment result of the judgment means; and

search control means for estimating a time region with its high probability that the multi-pass signal is received based on generation timing information on a spread code generated for the back spread processing in the correlation means, and controlling a generation timing of a spread code replica in the search means based on the estimation result, characterized in that the judgment means selects the detection result of the second search means in a time region with its high probability that a multi-pass signal is received based on the estimation result of the search control means, and selecting the detection result of the first search means in the other time region.

[Claim 4]        A spread spectrum communication apparatus for searching a multi-pass signal of a spread spectrum signal spread and transmitted by respectively different spread codes in a plurality of transmission stations, and establishing code synchronization for the multi-pass signal based on the search result, said apparatus characterized by comprising:

search means for detecting a reception state of the multi-pass signal;

judgment means for judging a valid multi-pass signal based on the detection result of the search means;

correlation means for carrying out back spread processing in order to selectively receive the valid multi-pass signal based on the judgment result of the judgment means; and

search control means for control type and generation timing of a spread code replica generated to receive a multi-pass signal in the search means and identify the spread code based on information representative of the type and generation timing of the spread code generated for the back spread processing in the correlation means.

[Claim 5]           A spread spectrum communication apparatus according to claim 4, characterized in that the search control means establishes a time region with its high probability that an incoming multi-pass signal is received from the same transmission station based on spread code generation timing information on the correlation means, and generates a spread code replica of type which is the same as that of the spread code generated by the correlation means in the estimated time region.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to Which the Invention Pertains]           The present invention relates to a spread spectrum communication

for use in a wireless communication system that employs a CDMA system as a wireless access method, for example. In particular, the present invention relates to an apparatus employed for fast spread code synchronization.

[0002]

[Prior Art] In a wireless communication system using a direct spread spectrum (DS-SS) system, RAKE reception technique is applicable to a spread spectrum communication apparatus. RAKE reception is a technique for employing a plurality of correlation circuits called fingers to receive and phase/compose multi-pass signals time-dispersed by multiple reflection by the plurality of fingers, thereby stabilizing a communication quality with a high quality.

[0003] In the meantime, in order to carry out RAKE reception, the delay time and signal intensity of a multi-pass, namely, a delay profile is accurately measured, whereby a pass effective for synchronization must be judged. However, conventionally, this multi-pass search is always uniformly made for all regions targeted for search. Thus, a search is first started from a region with its low possibility that a multi-pass signal is received. In this case, a large amount of time is required for judgment of an effective multi-pass signal.

[0004] In addition, in order to ensure that a reception side can measure a generation state of a multi-pass efficiently, there is proposed a system for time multiplying or code multiplying a known spread code with its fixed code pattern for a transmission signal, thereby periodically transmitting the

multiplied code from a transmission side to the reception side. This system can be achieved by providing a matched filter that corresponds to the known fixed spread code at the reception side, and measuring the delay profile of a multi-pass signal by this matched filter. However, in general, since the known fixed spread code is low in its signal energy, a multi-pass search cannot be accurately judged by mere measurement of the delay profile employing the matched filter.

[0005] Further, in a system employing a CDMA system, a timing of a spread code and type of a spread code must be identified during initial capturing of a spread code. Among them, the code timing can be identified by multiplying and transmitting the known fixed spread code for this signal from the transmission side, as described previously. However, in order to identify type of spread code, it is required to make a code search by sequentially matching spread codes being a candidate for synchronization relevant to reception signals of all the passes.

[0006]

[Problems to Be Solved by the Invention] As described above, conventionally, since a multi-pass search is always uniformly made for all the regions targeted for search, and thus, a large amount of time may be required for specifying a valid multi-pass signal.

[0007] In addition, in a system for multiplying a known fixed spread code for this signal and transmitting the multiplied code from the transmission side, and receiving the known fixed spread



code by using a matched filter at the reception side, thereby measuring a generation state of a multi-pass, although it is possible to make a search with a high speed over a wide range, this system is easily affected by noise, and is not suitable to search with high precision.

[0008] Further, when type of spread code is identified, searches are made respectively for reception signals of all passes in accordance with the same procedures. Thus, a large amount of time is required for search.

[0009] The present invention has been made in view of the circumstances. It is an object of the present invention to provide a spread spectrum communication apparatus in which a time required for search of a multi-pass is reduced to ensure fast spread code synchronization.

[0010]

[Means for Solving the Problems] In order to achieve the object, according to the present invention, there is provided a spread spectrum communication apparatus for searching a multi-pass signal of a spread spectrum signal transmitted from a transmission station, and establishing code synchronization for the multi-pass signal based on the search result, said apparatus characterized by comprising:

search means for detecting a reception state of the multi-pass signal;

judgment means for judging a valid multi-pass signal based on the detection result of the search means;

correlation means for carrying out back spread

processing so as to selectively receive the valid multi-pass signal based on the judgment result of the judgment means; and

search control means for controlling;

search control means for controlling wherein, by the search control means a generation timing of a spread code replica generated to receive a multi-pass signal in said search means based on generation timing information on a spread code generated for the purpose of the back spread processing in the correlation means.

[0011] Specifically, in the search control means, a time region with its high probability that the multi-pass signal is received is estimated based on spread code generation timing information on correlation means, and a generation timing of a spread code replica in the search means is controlled based on the estimation result, thereby causing a search operation of the multi-pass signal in the estimated time region.

[0012] With such a construction, in the search means, a time region with its high probability that a multi-pass signal is received is preferentially searched for. As a result, as compared with a case of uniformly searching all regions targeted for search, a search can be made for a multi-pass signal within a short period of time, thereby making it possible to ensure fast code synchronization.

[0013] In addition, in order to achieve the above described object, according to another aspect of the invention, there is provided a spread spectrum communication apparatus for searching a multi-pass signal of a spread spectrum signal

transmitted from a transmission station, and establishing code synchronization for the multi-pass signal based on the search result, said apparatus comprising:

first search means having a matched filter for, in the case where the transmission station periodically multiplies a known fixed spread code for the spread spectrum signal, and transmits the multiplies code, detecting a delay profile of the multi-pass signal by employing the known fixed spread code;

second search means for detecting a reception state of the multi-pass signal;

judgment means for judging a valid multi-pass signal based on the detection results of the first and second search means;

correlation means for carrying out back spread processing so as to selectively receive the valid multi-pass signal based on the judgment result of the judgment means; and

search control means for estimating a time region with its high probability that the multi-pass signal is received based on generation timing information on a spread code generated for the back spread processing in the correlation means, and controlling a generation timing of a spread code replica in the search means based on the estimation result. In addition, in the above described judgment means, the detection result of the second search means is selected in a time region with its high probability that a multi-pass signal is received based on the estimation result of the search control means so as to select the detection result of the first search means in

the other time region.

[0014] With such a construction, search with its high precision is made by the second search means in a time region with its high probability that a multi-pass signal is received, and search with a high speed is made by the first search means employing a matched filter in the other time region. Therefore, code synchronization with its high precision and high speed is possible.

[0015] Further, in order to achieve the object, according to another aspect of the present invention, there is provided a spread spectrum communication apparatus for searching a multi-pass signal of a spread spectrum signal spread and transmitted by respectively different spread codes in a plurality of transmission stations, and establishing code synchronization for the multi-pass signal based on the search result, said apparatus characterized by comprising:

- search means for detecting a reception state of the multi-pass signal;

- judgment means for judging a valid multi-pass signal based on the detection result of the search means;

- correlation means for carrying out back spread processing in order to selectively receive the valid multi-pass signal based on the judgment result of the judgment means;
- and

- search control means for control type and generation timing of a spread code replica generated to receive a multi-pass signal in the search means and identify the spread code based

on information representative of the type and generation timing of the spread code generated for the back spread processing in the correlation means. By the search control means, the type and generation timing of a spread code replica generated to receive a multi-pass signal in the search means is controlled based on information representative of the type and generation timing of the spread code generated for the back spread processing in the above described correlation means so as to identify the spread code.

[0016] Specifically, by the search control means, a time region with its high probability in which incoming multi-pass signals from the same transmission stations are received is estimated based on spread code generation timing information on the above correlation means, so that, in the estimated time region, a spread code replica of the same type which is identical to that of the spread code generated by the correlation means is generated.

[0017] In general, in a time region with its high probability that a multi-pass signal is received, there is a high possibility that the spread spectrum signals from the same transmission stations are received to be delayed and spread. Therefore, as described above, a multi-pass search is made by using a spread code of the same type identical to that of a multi-pass signal in reception by the correlation means, whereby a time required for search is reduced, and code type can be identified at a high speed. In contrast, in a time region with its low probability that a multi-pass signal is received, search is made by using

all the spread codes being a candidate. By doing this, type of spread code can be identified for a multi-pass signal at a high speed and high precision.

[0018]

[Preferred Embodiments of the Invention]

(Embodiment 1)

Fig. 1 is a block diagram depicting a first embodiment of a spread spectrum communication apparatus according to the present invention.

[0019] In the figure, a direct spread spectrum signal (DS-SS signal) transmitted from a transmission station (not shown) is inputted to a wireless reception section (RF) 11 after being received by an antenna 10, and the inputted signal is frequency converted into a reception baseband signal. Then, this reception baseband signal is converted into a digital signal by means of an analog/digital converter (ADC) 12, and the converted signal is inputted to a respective one of a first correlation device 13 having a searcher function and a plurality of second correlation devices 16a to 16n for carrying out RAKE reception.

[0020] The first correlation device 13 has a spread code generator that generates a spread code replica, and back-spreads the inputted reception digital baseband signal by employing the spread code replica, thereby carrying out a multi-pass search. Then, an output signal of the multi-pass search is inputted to an intensity judgment device 14. The intensity judgment device 14 judges a valid multi-pass by

measuring the reception electric field intensity of the output signal from the first correlation device 13.

[0021] A composition finger control circuit 15 to which the judgment result of the intensity judgment device 14 is inputted undergoes ON/OFF control of the second correlation devices 16a to 16n and control a generation timing of spread codes generated by these correlation devices in order to cause the above intensity judgment device 14 to selectively select a multi-pass the second correlation devices 16a to 16n that has been judged to be valid by the intensity judgment device 14.

[0022] The second correlation devices 16a to 16n each have a spread code generator, and generates a spread code from the spread code generator in accordance with a timing instructed from the composition finger control circuit 15. Then, the inputted reception digital baseband signal is back-spread by the spread codes, and the reception signal of each pass obtained by the back spreading is inputted to an adder 19 via multipliers 17a to 17n, respectively. The adder 19 phases and composes reception signals of passes outputted from the correlation devices 16a to 16n, respectively, and outputs them to a judgment device 20. The judgment device 20 judges the reception signals supplied from the adder 19.

[0023] The above described multipliers 17a to 17n each reflect the complex weights computed in transmission channel response estimators 18a to 18n each on the reception signal of each pass in order to phase and compose the reception signal of each pass outputted from the correlation device 16a to 16n each.

[0024] In the meantime, a spread spectrum communication apparatus of the present embodiment comprises a code generation timing control circuit 21. The code generation timing control circuit 21 basically has a function for controlling a generation timing of a spread code replica generated by the spread code generator of the first correlation device 13. This control is made according to the spread code generation timing of the second correlation devices 16a to 16n. That is, a time region with its high probability that a multi-pass signal is received is estimated based on a spread code generation timing of the second correlation devices 16a to 16n each, and the generation timing of the spread code replica is controlled in order to cause the first correlation device 13 to make a search for a multi-pass signal in the estimated time region.

[0025] Next, an operation of the apparatus constructed above will be described here. When code synchronization/capturing procedures are started, the apparatus first searches a known fixed spread code inserted into each slot of a spread spectrum signal transmitted by a transmission station, as shown in Fig. 7, for example, by means of a matched filter (not shown), thereby measuring a multi-pass delay profile.

[0026] In general, although a pilot signal added after a data series as well is obtained as a known signal, a pilot signal is subjected to scramble processing by means of a code called a scramble code. Thus, a multi-pass reception state can be determined after the type and phase of such scramble code has been specified. A portion of a fixed spread code is obtained



as a code series to which scramble processing is subjected. Even when no scramble code is identified, delay profile measurement can be carried out.

[0027] When the above delay profile is measured, a pass with its greatest reception electric field intensity is detected based on the measurement result, and this pass is assigned so as to cause the second correlation device 16a to receive it. This assignment is made by adjusting the spread code generation timing of the second correlation device 16a to a timing of the pass to be received.

[0028] After the maximum pass has been thus assigned to the second correlation device 16a, the apparatus continuously receives a pilot signal inserted into a latter half section of each slot, as shown in Fig. 7, thereby making a detailed search of the multi-pass signal.

[0029] That is, this search is made in the first correlation device 13. At this time, the code generation timing control circuit 21 estimates a time region with its high probability that a multi-pass signal is received, according to the maximum pass during reception in second correlation device 16a, the reception timing of P11 shown in Fig. 2, for example. Then, the generation timing of the spread code replica is specified so as to cause the first correlation device 13 to receive only the time region. For example, in Fig. 2, a predetermined period T1 from the reception timing of the maximum pass P11 is specified as a search period for the first correlation device 13.

Therefore, in the first correlation device 13, a multi-pass

signal search is made in the period T1 specified from the code generation timing control circuit 21.

[0030] With such a construction, multi-pass signals P12 and P13 targeted for detection can be searched for within a short period of time. That is, a multi-pass signal is produced due to a difference in propagation paths caused by multiple reflection of electrical waves, and, in general, the intensity is decreases as a difference in propagation delay is increased. Thus, if there is a pass with the highest signal intensity, a timing at the periphery of such pass timing is obtained as a timing candidate with its high probability that there exists a multi-pass with its second highest strength. Thus, as described above, a pass search is made from the periphery of pass P11 in reception having the highest reception electric field intensity, whereby a multi-pass search can be made within a short time, thereby making it possible to achieve code synchronization with a high speed relevant to a multi-pass signal.

[0031]

(Embodiment 2)

Fig. 3 is a block diagram depicting a second embodiment of a spread spectrum communication apparatus according to the present invention. In the figure, like elements shown in Fig. 1 are designated by like reference numerals. A detailed description is omitted here.

[0032] A reception digital baseband signal outputted from the ADC 12 is inputted to a first correlation device 13 and a

plurality of second correlation devices 16a to 16n, and is inputted to a matched filter 31 as well.

[0033] In this matched filter 31, in the case where a transmission station (not shown) is periodically multiplies a known fixed spread code for a spread spectrum signal, and transmits the multiplied signal, the filter searches a multi-pass signal by employing the known fixed spread code, thereby measuring a delay profile of a multi-pass. The delay profile is obtained as information that consists of a multi-pass delay time and a reception electric field intensity. The measurement result of a delay profile obtained by the first correlation device 13 is inputted to an intensity judgment device 32 together with the detection signal of the multi-pass obtained by this matched filter 31.

[0034] A code generation timing control circuit 33 that controls a search operation of a multi-pass in the above first correlation device 13 has a function for controlling a generating timing of a spread code replica generated by the spread code generator of the first correlation device 13 as in the code generation timing control circuit 21 described in the first embodiment. This control is made according to the spread code generation timing of each of the second correlation device 16a to 16n. That is, time regions with their high probability that a multi-pass signal is received are estimated, respectively, based on the spread code generating timings in the second correlation devices 16a to 16n each, and the generation timing of the spread code replica is controlled in

order to cause the first correlation device 13 to search a multi-pass signal in the estimated time region.

[0035] The intensity judgment device 32 selectively uses a detection signal of a multi-pass obtained by the first correlation device 13 and the measurement result of the delay profile obtained by the matched filter 31 according to information representative of the time region estimated by the code generation timing control circuit 33, thereby judging a valid multi-pass based on the selected detection result.

[0036] With such a construction, when code synchronization establishment procedures are started, as in the first embodiment, first, a known fixed spread code is searched for by means of the matched filter 31, whereby the multi-pass delay profile is measured. Then, based on the measurement result, a pass with its highest reception electric field intensity is detected by means of the intensity judgment device 32, and a spread code generation timing for receiving this pass is assigned from a composite finger control circuit 15 to second correlation devices 16a to 16n.

[0037] For example, in the matched filter 31, in the case where the delay profiles of the multi-passes P41 to P43, P51 to P53, and P61 as shown in Fig. 4 are detected, the passes P41 and P51 with their reception electric field intensities are selected from among them, and these passes P41 and P51 are assigned to the second correlation device 16a (finger 1) and the second correlation device 16b (finger 2), respectively.

[0038] When a maximum pass is assigned to the second

correlation devices 16a and 16b, a pilot signal is received, whereby a detailed search is made for a multi-pass signal. That is, the code generation timing control circuit 33 sets a time region (detailed search ranges T2 and T3 shown in Fig. 4) in which multi-pass signals are searched in detail, respectively, based on the reception timings of the passes P41 and P51 that the second correlation devices 16a and 16b are receiving. Then, in order to cause the first correlation device 13 to receive these detailed search ranges T2 and T3, the generation timing of the spread code replica is specified for the first correlation device 13. Therefore, in the first correlation device 13, in a period corresponding to the detailed search ranges T2 and T3 specified from the above code generation timing control circuit 33, a multi-pass signal search is made.

[0039] In addition, in the intensity judgment device 32, detection signals of the multi-passes P42, P52, and P53 targeted for detection outputted from the first correlation device 33 is selected in periods corresponding to the above detailed search ranges T2 and T3. On the other hand, in the other period, a delay profile such as a multi-pass P43 or PP61 outputted from the matched filter 31 is selected.

[0040] In general, although a pass search caused by a matched filter is suitable to a search at a high speed within a wide range, such pass search is not suitable to a search with high precision which is less affected by noise. In contrast, in a system for making a search by shifting the generation timing of the spread code by means of a correlation device, although

a large amount of time is required for search, an addition average over a plurality of symbols is employed, thereby making it possible to execute a search with its high precision. Therefore, as in the present embodiment, a region with its high probability that a pass exists is preferentially searched for by employing the first correlation device 13 capable of making a search with its high precision, and the other region is searched for by employing the matched filter 31 capable of making a search with its high speed, thereby making it possible to execute a multi-pass search with its high precision and high speed.

[0041]

(Third Embodiment)

Fig. 5 is a circuit block diagram depicting a third embodiment of a spread spectrum communication apparatus according to the present invention. In the figure, like elements shown in Fig. 1 are designated by like reference numerals. A detailed description is omitted here.

[0042] The code generation timing control circuit 51 receives a pilot signal, whereby, in the step of making a code search for a multi-pass signal, the circuit captures information representative of the generating timing of spread codes generated by the second correlation devices 16a to 16n and type of the spread code. Based on these items of information, there estimated a time region with its high probability that the multi-pass signals incoming from the same transmission stations are received, namely, an identical search range. Then, in order

to cause the first correlation device 13 to make a search for a multi-pass signal in the estimated identical code search ranges, the generation timing and type of the spread code replica are specified for the first correlation device 13, respectively.

[0043] With such a construction, when the code synchronization establishment procedures are started, as in the first embodiment described previously, the known fixed spread code is first searched for by a matched filter (not shown), whereby a multi-pass delay profile is measured. Then, based on the measurement result, a pass with its highest reception electric field intensity is detected by the intensity judgment device 14, and the spread code generation timing for receiving this pass is assigned from the composite finger control circuit 15 to the second correlation devices 16a to 16n.

[0044] For example, in the matched filter, in the case where the delay profiles of the multi-passes P71 to P73, P81 to P83, and P90 as shown in Fig. 6 have been detected, the pass P71 with its high reception electric field intensity is selected from among them, and the selected pass P71 are assigned to the second correlation device 16a (finger 1).

[0045] When the maximum pass is thus assigned to the second correlation device 16a, a pilot signal is continuously received, whereby a detailed multi-pass signal search is made.

[0046] That is, the code generation timing control circuit 51 sets a time region (the same code search range T4 shown in Fig. 6) in which a multi-pass signal should be searched for in detail,

based on the reception timing of the pass P71 in reception the second correlation device 16a. Then, the generation timing of the spread code replica is specified for the first correlation device 13 in order to cause the first correlation device 13 to receive this detailed search range T4.

[0047] Concurrently, the code generation timing control circuit 51 captures information representative of type of spread code generated by the second correlation device 16a. Based on the information, this circuit controls the first correlation device 13 in order to cause the first correlation device 13 to generate a spread code replica of such type which is identical to that of the spread code generated by the second correlation device 16a.

[0048] Therefore, in the first correlation device 13, in a period corresponding to the same code search range T4 specified from the above code generation timing control circuit 51, a spread code replica of the same type which is identical to that of spread code generated by the second correlation device 16a is generated, and back spreading of a reception digital baseband signal is carried out by this spread code replica.

[0049] In general, in a region with its probability that a multi-pass exists, there is a high possibility that the same transmission signals are received to be delayed and dispersed. Thus, in making a code search for this region, such searching is made by employing a spread code identical to that of the already received maximum pass P71, thereby reducing a time required for search.



6  
4  
[0050] Therefore, as in the present embodiment, in the code generation timing control circuit 51, the search range of the same codes is estimated based on the reception timing of the maximum pass P71 in reception by means of the second correlation device 16a, and the estimating range is specified for the first correlation device 13. In addition, a spread code of such type identical to that of spread code generated by the second correlation device 16a is specified for the first correlation device 13, thereby making it possible to identify type of code of the multi-pass signal with a high speed.

[0051] In a region other than the search range T4 designated by the same reference numeral, since there is a low possibility that a multi-pass identical to pass P71 is received, the code generation timing control circuit 51 makes a search for all the spread codes that are candidates.

[0052] The present invention is not limited to the above described embodiments each. For example, although the first and third embodiments have described an example of measurement of a multi-pass delay profile in an initial synchronization process by employing a matched filter as in the second embodiment, delay profile measurement means other than such a matched filter may be employed.

[0053] A spread spectrum apparatus comprising all of the constructions according to the first to third embodiments may be constructed. In addition, with respect to synchronization establishment procedures, the number of second correlation devices (fingers), a construction of a spread spectrum

communication apparatus, and type of applicable system or the like as well, various modification can occur without departing from the spirit of the invention.

[0054]

[Advantageous Results of the Invention]

As described above, according to the present invention, by search control means, a generation timing of a spread code replica generated to receive a multi-pass signal in search means is controlled by search control means based on the generation timing information on a spread code generated for back spread processing in correlation means.

[0055] In addition, according to another aspect of the invention, there is provided a spread spectrum communication apparatus comprising:

first search means having a matched filter for, in the case where the transmission station periodically multiplies a known fixed spread code for the spread spectrum signal, and transmits the multiplies code, detecting a delay profile of the multi-pass signal by employing the known fixed spread code;

second search means for detecting a reception state of a multi-pass signal;

judgment means for judging a valid multi-pass signal based on the detection results of the first and second search means;

correlation means for carrying out back spread processing so as to selectively receive the valid multi-pass signal based on the judgment result of the judgment means; and

search control means for estimating a time region with its high probability that the multi-pass signal is received based on generation timing information on a spread code generated for the back spread processing in the correlation means, and controlling a generation timing of a spread code replica in the search means based on the estimation result, characterized in that the judgment means selects the detection result of the second search means in a time region with its high probability that a multi-pass signal is received based on the estimation result of the search control means, and selecting the detection result of the first search means in the other time region.

[0056] According to a still another aspect of the invention, there is provided a spread spectrum communication apparatus, characterized in that search control means controls type and generation timing of a spread code replica generated to receive a multi-pass signal in search means so as to identify the spread code based on information representative of the type and generation timing of spread code generated for back spread processing in correlation means.

[0057] Therefore, according to these aspects of the invention, there can be provided a spread spectrum communication apparatus for reducing a time required for multi-pass search, thereby ensuring fast spread code synchronization.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is a view illustrating a construction of

essential parts showing a first embodiment of a spread spectrum communication apparatus according to the present invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a view illustrating a search operation of a multi-pass according to the apparatus shown in Fig. 1;

[Fig. 3]

Fig. 3 is a view illustrating a construction of essential parts of a second embodiment of a spread spectrum communication apparatus according to the present invention.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a view illustrating a search operation of a multi-pass according to the apparatus shown in Fig. 3.

[Fig. 5]

Fig. 5 is a view illustrating a construction of essential parts showing a third embodiment of the spread spectrum communication apparatus according to the present invention.

[Fig. 6]

Fig. 6 is a view illustrating a search operation of a spread code according to the apparatus shown in Fig. 5.

[Fig. 7]

Fig. 7 is a view showing an exemplary configuration of a signal transmitted by a transmission station.

[Reference Numerals]

10... Antenna

11... Wireless receiver

12... Analog/digital converter (ADC)

13... First correlation device  
14... Intensity judgment device  
15... Composite finger control circuit  
16a to 16n... Second correlation device  
17a to 17n... Multipliers  
18a to 18n... Transmission channel response estimators  
19... Adder  
20... Judgment device  
21, 33, 51... Code generation timing control circuit  
31... Matched filter  
32... Intensity judgment device

[FIG. 1]

13... CORRELATION DEVICE  
14... INTENSITY JUDGMENT DEVICE  
15... COMPOSITE FINGER CONTROL CIRCUIT  
21... CODE GENERATION TIMING CONTROL CIRCUIT  
16a... CORRELATION DEVICE  
16n... CORRELATION DEVICE  
18a... TRANSMISSION CHANNEL RESPONSE ESTIMATOR  
18n... TRANSMISSION CHANNEL RESPONSE ESTIMATOR

[FIG. 2]

RECEPTION SIGNAL INTENSITY  
RECEPTION PASS OF FINGER 1  
PASS TIMING

[FIG. 3]

13... CORRELATION DEVICE  
32... INTENSITY JUDGMENT DEVICE  
15... COMPOSITE FINGER CONTROL CIRCUIT  
33... CODE GENERATION TIMING CONTROL CIRCUIT  
16a... CORRELATION DEVICE  
18a... TRANSMISSION CHANNEL RESPONSE ESTIMATOR  
18n... TRANSMISSION CHANNEL RESPONSE ESTIMATOR  
16n... CORRELATION DEVICE

[FIG. 4]

RECEPTION SIGNAL INTENSITY

SEARCH RANGE

DETAILED SEARCH RANGE T2

DETAILED SEARCH RANGE T3

RECEPTION PASS OF FINGER 1

RECEPTION PASS OF FINGER 2

PASS TIMING

[FIG. 5]

13... CORRELATION DEVICE

14... INTENSITY JUDGMENT DEVICE

15... COMPOSITE FINGER CONTROL CIRCUIT

51... CODE GENERATION TIMING CONTROL CIRCUIT

16a... CORRELATION DEVICE

16n... CORRELATION DEVICE

18a... TRANSMISSION CHANNEL RESPONSE ESTIMATOR

18n... TRANSMISSION CHANNEL RESPONSE ESTIMATOR

[FIG. 6]

RECEPTION SIGNAL INTENSITY

SAME CODE SEARCH RANGE T4

SPREAD CODE ESTIMATION PASS

PASS TIMING

[FIG. 7]

ONE SLOT

DATA

PILOT SIGNAL

DATA

PILOT SIGNAL

DATA

PILOT SIGNAL

FIXED SPREAD CODE